

Automatic switching device for automobile lights

Patent Number: DE19523262

Publication date: 1997-01-02

Inventor(s): SCHLEUTER WILLIBERT DR ING DR (DE); PRINZHAUSEN FRIEDRICH DR (DE); LOHNER EBERHARD (DE); METZGER-GORONZY WERNER (DE); IMHOF VOLKER (DE)

Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Requested Patent: DE19523262

Application Number: DE19951023262 19950627

Priority Number (s): DE19951023262 19950627

IPC Classification: B60Q1/00

EC Classification: B60Q1/14C1

Equivalents: FR2736016

Abstract

The switching device uses a sensor (14), detecting the ambient light level for controlling the on-off switching of the vehicle front and rear lights. The sensor has a global sensor element (16) and a directional sensor element (18) detecting the ambient light level ahead of the vehicle, their output signals fed to an evaluation stage (24) providing the switching signals. The global sensor signals allow the lights to be switched on when the ambient lighting level is low, the directional sensor signals used to detect a tunnel etc. ahead of the vehicle for switching on the lights.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 195 23 262 A 1

⑯ Int. Cl. 5:
B 60 Q 1/00

DE 195 23 262 A 1

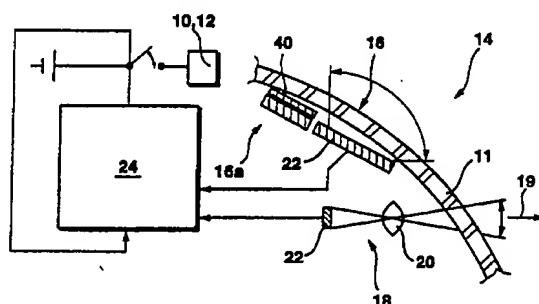
⑯ Aktenzeichen: 195 23 262.3
⑯ Anmeldetag: 27. 6. 95
⑯ Offenlegungstag: 2. 1. 97

⑯ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Schleuter, Willibert, Dr.-Ing. Dr., 74321
Bietigheim-Bissingen, DE; Prinzhausen, Friedrich,
Dr., 70619 Stuttgart, DE; Lohner, Eberhard, 71735
Eberdingen, DE; Metzger-Goronz, Werner, 71229
Leonberg, DE; Imhof, Volker, 70808 Kornwestheim,
DE

⑯ Einrichtung zur automatischen Schaltung von Beleuchtungseinrichtungen bei Fahrzeugen

⑯ Die Einrichtung weist eine Sensoreinrichtung (14) und eine mit dieser verbundene Auswerteeinrichtung (24) auf. Die Sensoreinrichtung (14) umfaßt wenigstens einen die allgemeinen Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs ungerichtet erfassenden Globalsensor (16) und wenigstens einen gerichtet die Lichtverhältnisse in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug erfassenden Richtungssensor (18). Aus den Signalen des Globalsensors (16) kann durch die Auswerteeinrichtung (24) eine Änderung der allgemeinen Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs beispielsweise während der Dämmerung erkannt werden und eine Ein- bzw. Ausschaltung der Beleuchtungseinrichtungen bewirkt werden. Aus den Signalen des Richtungssensors (18) kann durch die Auswerteeinrichtung (24) ein in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug liegender Tunnel oder eine Unterführung erkannt werden und rechtzeitig vor der Einfahrt in den Tunnel oder die Unterführung eine Einschaltung der Beleuchtungseinrichtungen bewirkt werden.



DE 195 23 262 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur automatischen Schaltung von Beleuchtungseinrichtungen bei Fahrzeugen nach der Gattung des Anspruchs 1.

Eine solche Einrichtung ist durch die DE 35 03 451 A1 bekannt. Diese Einrichtung weist eine Sensoreinrichtung auf, die einen Globalsensor umfaßt, durch den die allgemeine Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs erfaßt werden. Die Sensoreinrichtung ist mit einer Auswerteeinrichtung verbunden, in der aus den Signalen der Sensoreinrichtung ermittelt wird, ob bei den aktuell vorliegenden Lichtverhältnissen in der Umgebung des Fahrzeugs eine Änderung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen erforderlich ist. Durch diese bekannte Einrichtung ist zwar eine automatische Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen, das heißt von Scheinwerfern und Rückleuchten, des Fahrzeugs bei sich ändernden allgemeinen Lichtverhältnissen ermöglicht, jedoch können von der Einrichtung bestimmte Änderungen der Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs nicht erkannt werden. Beispielsweise wird durch die bekannte Einrichtung ein Tunnel oder eine längere Unterführung in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug nicht frühzeitig erkannt und eine Einschaltung der Beleuchtungseinrichtungen wird daher erst bewirkt, wenn sich das Fahrzeug bereits im Tunnel oder der Unterführung befindet.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch die zusätzliche Verwendung eines Richtungssensors Tunnel und längere Unterführungen in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug frühzeitig erkannt werden und eine Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen des Fahrzeugs bereits rechtzeitig vor der Einfahrt in den Tunnel oder die Unterführung erfolgt. Ferner kann eine Einschaltung der Beleuchtungseinrichtungen vor kurzen Unterführungen oder Brückendurchfahrten vermieden werden.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäß Einrichtung angegeben. Mit der Ausbildung gemäß Anspruch 3 wird ein ständiges Ein- und Ausschalten der Beleuchtungseinrichtungen bei sich nur wenig ändernden Lichtverhältnissen vermieden. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 5 können kurzzeitige Änderungen der Lichtverhältnisse, die beispielsweise durch den Schatten von Bäumen oder Bauwerken verursacht werden, erkannt werden, so daß in diesen Fällen keine Änderung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen bewirkt wird. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 6 können ohne starre Schwellwerte die jeweils mit größter Wahrscheinlichkeit vorliegenden Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs ermittelt werden und abhängig davon die Beleuchtungseinrichtungen geeignet geschaltet werden. Durch die Weiterbildung gemäß Anspruch 14 kann durch die Auswerteeinrichtung erkannt werden, ob das Fahrzeug bei Tageslicht oder bei Kunstlicht, beispielsweise in einem Tunnel oder in einer beleuchteten Ortschaft unterwegs ist.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Fahrzeug mit Beleuchtungseinrichtungen und einer Einrichtung zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen,

Fig. 2 in vereinfachter Darstellung die Einrichtung zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen,

Fig. 3 in vereinfachter schematischer Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer Auswerteeinrichtung der Einrichtung,

Fig. 4 den Verlauf des Signals eines Globalsensors der Einrichtung über der Fahrzeit des Fahrzeugs bei Annäherung an einen Tunnel,

Fig. 5 den Verlauf des Signals eines Richtungssensors der Einrichtung über der Fahrzeit des Fahrzeugs bei Annäherung an einen Tunnel,

Fig. 6a zu einem zweiten Ausführungsbeispiel der Einrichtung für den Globalsensor sogenannte Fuzzy-Mengen für unterschiedliche Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs aufgetragen über den Signalen des Globalsensors,

Fig. 6b Fuzzy-Mengen für unterschiedliche Lichtverhältnisse über zeitlich gemittelten Signalen des Globalsensors,

Fig. 7 für den Richtungssensor Fuzzy-Mengen für unterschiedliche Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs aufgetragen über den Signalen des Richtungssensors,

Fig. 8 eine Tabelle, in der verschiedene charakteristische Beleuchtungssituationen des Fahrzeugs mit dabei vorliegenden Regeln zur Verknüpfung von Fuzzy-Mengen der Sensoren und Schaltzuständen der Beleuchtungseinrichtungen,

Fig. 9 über eine bestimmte Fahrzeit des Fahrzeugs aufgetragen den Verlauf der Zugehörigkeitswerte zu Beleuchtungssituationen basierend auf den Fuzzy-Mengen der Fig. 6 und 7, und

Fig. 10 ein Diagramm, in dem der Verlauf der Strahlungsintensität von Sonnenlicht und von Kunstlicht über der Wellenlänge aufgetragen ist.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist stark vereinfacht ein Fahrzeug, insbesondere ein Kraftfahrzeug dargestellt, das mit Beleuchtungseinrichtungen versehen ist, die unter anderem an der Vorderseite des Fahrzeugs angeordnete Scheinwerfer 10 und an der Rückseite des Fahrzeugs angeordnete Rückleuchten 12 umfassen. Die Scheinwerfer 10 können dabei reine Abblendlichtscheinwerfer sein oder kombinierte Abblendlicht- und Fernlichtscheinwerfer, die zwischen ihren beiden Betriebsstellungen umschaltbar sind. Zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen, das heißt der Scheinwerfer 10 und der Rückleuchten 12, ist eine Einrichtung vorgesehen, die am Fahrzeug angeordnet ist.

Diese in Fig. 2 vereinfacht dargestellte Einrichtung umfaßt eine Sensoreinrichtung 14 mit wenigstens einem Globalsensor 16, durch den die Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs erfaßt werden. Dies bedeutet, daß durch den Globalsensor 16 nicht nur aus einer bestimmten Richtung auf diesen treffendes Licht erfaßt wird, sondern aus verschiedenen Richtungen aus der Umgebung des Fahrzeugs und somit die allgemeinen

Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs vom Globalsensor 16 erfaßt werden. Die Sensoreinrichtung umfaßt außerdem wenigstens einen Richtungssensor 18, durch den nur aus einer bestimmten Richtung auf das Fahrzeug treffendes Licht erfaßt wird. Der Richtungssensor 18 ist dabei so angeordnet, daß durch diesen entgegen Fahrtrichtung 19 auf das Fahrzeug treffendes Licht erfaßt wird. Der Richtungssensor 18 kann eine Abbildungsoptik 20 aufweisen, durch die entgegen Fahrtrichtung auf diese treffendes Licht auf den Richtungssensor 18 gebündelt wird. Durch den Richtungssensor 18 werden die Lichtverhältnisse in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug erfaßt. Sowohl der Globalsensor 16 als auch der Richtungssensor 18 weisen jeweils wenigstens ein lichtempfindliches Element 22 auf, beispielsweise in Form einer Photozelle, insbesondere einer Silizium-Photozelle, oder ähnliches, das abhängig von der Intensität des auf dieses treffenden Lichts seine elektrischen Eigenschaften ändert und somit ein der Lichtintensität proportionales Signal erzeugt. Die Sensoren 16, 18 können im Innenraum des Fahrzeugs hinter der Windschutzscheibe 11 angeordnet sein, in den Scheinwerfern 10 integriert sein oder an anderer geeigneter Stelle des Fahrzeugs angeordnet sein.

Die Einrichtung zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 umfaßt außerdem eine elektronische Auswerteeinrichtung 24, mit der die Sensoren 16, 18 verbunden sind. Der Auswerteeinrichtung 24 wird neben den Signalen der Sensoren 16, 18 auch ein Signal über den Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 zugeführt, das heißt, ob diese eingeschaltet oder ausgeschaltet sind. In der Auswerteeinrichtung 24 wird durch Verarbeitung der Signale der Sensoren 16, 18 unter Berücksichtigung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 ermittelt, ob bei den aktuell vorliegenden Lichtverhältnissen in der Umgebung des Fahrzeugs eine Änderung von deren Schaltzustand erforderlich ist.

Bei einem in Fig. 3 stark vereinfacht dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Auswerteeinrichtung 24 der Einrichtung zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 werden die Signale der Sensoren 16, 18 in der Auswerteeinrichtung 24 auf das Über- bzw. Unterschreiten bestimmter vorgegebener Schwellwerte ausgewertet. Diese Schwellwerte sind in der Auswerteeinrichtung 24 gespeichert, wobei vorsehen werden kann, daß die Schwellwerte durch den Fahrzeuglenker individuell festgelegt werden können. Der Auswerteeinrichtung 24 werden dabei gemäß Fig. 3 die Signale des Globalsensors 16 und des Richtungssensors 18 direkt zugeführt und zusätzlich wird ein durch ein Filter 26 zeitlich gemitteltes Signal des Globalsensors 16 zugeführt, um kurzzeitige Änderungen der Signale des Globalsensors 16 auszuschließen, die beispielsweise durch den Schatten von Bäumen oder Bauwerken verursacht werden. Außerdem wird der Auswerteeinrichtung 24 wie bereits vorstehend erläutert ein Signal über den Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 zugeführt. In der Auswerteeinrichtung 24 ist dabei, wie im Diagramm gemäß Fig. 3 dargestellt, für die die Lichtintensität repräsentierenden Signale S des Globalsensors 16 und des Richtungssensors 18 jeweils ein Schwellwert SE gespeichert, bei dessen Unterschreiten die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 eingeschaltet werden, sofern sie davor ausgeschaltet waren, bzw. eingeschaltet bleiben, wenn sie davor schon eingeschaltet waren. Außerdem ist für beide Sensoren 16, 18 zu deren Signalen jeweils ein Schwellwert SA gespei-

chert, bei dessen Überschreiten die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 ausgeschaltet werden, sofern sie davor eingeschaltet waren, bzw. ausgeschaltet bleiben, wenn sie davor bereits ausgeschaltet waren. Der Schwellwert

5 SA, ab dem die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 wieder ausgeschaltet werden, liegt dabei um einen gewissen Betrag höher als der Schwellwert SE, um ein ständiges Ein- und Ausschalten der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 bei um den Schwellwert SE bzw. den Schwellwert

10 SA schwankenden Lichtverhältnissen zu vermeiden.

Abhängig vom Ergebnis der Auswertung erzeugt die Auswerteeinrichtung 24 ein Signal, um entweder die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 einzuschalten, oder in ihrem Schaltzustand zu belassen oder auszuschalten.

15 Aus den Signalen des Globalsensors 16 kann durch die Auswerteeinrichtung 24 eine allmähliche Änderung der allgemeinen Lichtintensität in der Umgebung des Fahrzeugs beispielsweise während der Dämmerung erkannt werden, so daß rechtzeitig die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 eingeschaltet werden bzw. bei zunehmender Lichtintensität ausgeschaltet werden. Aus den Signalen des Richtungssensors 18 können durch die Auswerteeinrichtung 24 ein in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug angeordneter Tunnel oder eine Unterführung

20 erkannt werden und rechtzeitig vor Erreichen des Tunnels bzw. der Unterführung die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 eingeschaltet werden. In Fig. 4 ist der zeitliche Verlauf des Signals des Globalsensors 16 vor Erreichen eines Tunnels und während der Fahrt durch den Tunnel mit durchgezogenen Linien sowie vor Erreichen einer kurzen Unterführung, beispielsweise unter einer Brücke, und deren Durchfahrt mit gestrichelten Linien dargestellt. In Fig. 5 ist der zeitliche Verlauf des Signals des Richtungssensors 18 vor Erreichen eines

30 Tunnels und während der Fahrt durch den Tunnel ebenfalls mit durchgezogenen Linien sowie vor Erreichen einer kurzen Unterführung und deren Durchfahrt mit gestrichelten Linien dargestellt. Es wird durch Vergleich der Fig. 4 und 5 deutlich, daß das Signal des Richtungssensors 18 bereits vor Erreichen des Tunnels deutlich absinkt, während das Signal des Globalsensors 16 noch nahezu unverändert ist. Das Signal des Richtungssensors 18 unterschreitet zum Zeitpunkt t1 den Schwellwert SE ab dem die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12

35 durch die Auswerteeinrichtung 24 eingeschaltet werden und nimmt bis zur Einfahrt in den Tunnel noch weiter ab. Das Signal des Globalsensors 16 nimmt erst zum späteren Zeitpunkt t2 bei der Einfahrt in den Tunnel ab. Am Ende des Tunnels steigt das Signal des Richtungssensors 18 bereits wieder an und übersteigt zum Zeitpunkt t3 den Schwellwert SA oberhalb dem die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 bei Berücksichtigung nur der Signale des Richtungssensors 18 wieder ausgeschaltet würden. Das Signal des Globalsensors 16 ist

40 jedoch zum Zeitpunkt t3 noch unverändert niedrig, so daß die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 eingeschaltet bleiben. Erst nach Verlassen des Tunnels zum Zeitpunkt t4 steigt das Signal des Globalsensors 16 so stark an, daß der diesem zugeordnete Schwellwert SA überschritten wird und die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 ausgeschaltet werden. Vor Erreichen einer kurzen Unterführung weisen die Signale des Richtungssensors 18 und des Globalsensors 16 zunächst einen ähnlichen Verlauf auf, wie vor Erreichen eines Tunnels, jedoch steigt das

45 Signal des Richtungssensors 18 bereits zum Zeitpunkt t5 vor der Einfahrt in die Unterführung wieder an, da Licht aus dem folgenden Ende der Unterführung schon auf den Richtungssensor 18 trifft. Zum Zeitpunkt t6 wäh-

50

55

60

rend der Fahrt durch die Unterführung nimmt das Signal des Globalsensors 16 zwar stark ab, jedoch wird durch die Auswerteeinrichtung 24 aus dem Verlauf des Signals des Richtungssensors 18 erkannt, daß es sich nur um eine kurze Unterführung handelt, so daß die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 nicht eingeschaltet werden.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel werden die Signale der Sensoren 16, 18 in der Auswerteeinrichtung 24 nach sogenannten unscharfen Fuzzy-Regeln ausgewertet. Dabei werden keine starren Schwellwerte vorgegeben, bei deren Unter- oder Überschreiten die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 geschaltet werden, sondern es wird ermittelt, in welcher Beleuchtungssituation sich das Fahrzeug mit der größten Wahrscheinlichkeit befindet. Hierzu werden für die Signale der Sensoren 16, 18 verschiedene sogenannte Fuzzy-Mengen gebildet, die die Zugehörigkeit zu diesen Mengen entsprechend bestimmter Lichtverhältnisse repräsentieren. Aus den Zugehörigkeitswerten zu diesen Fuzzy-Mengen kann dann nach bestimmten vorgegebenen Regeln für verschiedene Beleuchtungssituationen der größte Zugehörigkeitswert zur vorliegenden Beleuchtungssituation ermittelt werden.

Für die Signale S der Sensoren 16, 18 werden beispielsweise Fuzzy-Mengen F repräsentierend die Lichtverhältnisse "Hell", "Dunkel" und "Übergang" gebildet. Es können auch noch weitere Lichtverhältnisse repräsentierende Fuzzy-Mengen gebildet werden. In den Fig. 6a und 6b ist der Verlauf dieser Fuzzy-Mengen über den Signalen S des Globalsensors 16 dargestellt. In Fig. 6a ist dabei der Verlauf der Fuzzy-Mengen über den nicht verarbeiteten Signalen des Globalsensors dargestellt und in Fig. 6b ist der Verlauf über den zeitlich gemittelten Signalen des Globalsensors dargestellt. Die Zugehörigkeitswerte repräsentieren den Zugehörigkeitsgrad zu den jeweiligen Fuzzy-Mengen entsprechend vom Sensor 16 erfaßten Lichtverhältnisse und die Zugehörigkeitswerte können zwischen 0 und 1 betragen. Der Zugehörigkeitswert für die in Fig. 6a dargestellte Fuzzy-Menge "Hell" (durchgezogene Linie) beträgt bei einem niedrigen Signal des Globalsensors 16 etwa 0 und bei hohem Signal des Globalsensors 16 maximal etwa 1, wobei der Verlauf der Zugehörigkeitswerte zwischen diesen beiden Extremwerten empirisch oder durch einen Lernprozeß festgelegt wird. Der Verlauf des Zugehörigkeitswerts zu der mit gestrichelter Linie in Fig. 6a dargestellten Fuzzy-Menge "Dunkel" ist umgekehrt zu dem der Fuzzy-Menge "Hell", das heißt, daß der Zugehörigkeitswert zu dieser Fuzzy-Menge bei niedrigem Signal des Globalsensors 16 maximal etwa 1 beträgt und mit zunehmendem Signal auf etwa 0 abnimmt. Die Fuzzy-Menge "Übergang" (in Fig. 6b mit strichpunktierter Linie dargestellt) stellt einen Übergangszustand zwischen "Hell" und "Dunkel" dar und weist bei einer mittleren Signalhöhe des zeitlich gemittelten Signals des Globalsensors maximal etwa den Zugehörigkeitswert 1 auf und dieser nimmt sowohl mit zunehmender als auch mit abnehmender Signalhöhe des zeitlich gemittelten Signals des Globalsensors 16 ab. Die Signalhöhe, bei der die Fuzzy-Menge "Übergang" ihren höchsten Zugehörigkeitswert aufweist, wird empirisch festgelegt.

In Fig. 7 ist der Verlauf der Zugehörigkeitswerte der vorstehend erläuterten Fuzzy-Mengen "Hell" und "Dunkel" für den Richtungssensor dargestellt. Die Fuzzy-Menge "Dunkel" ist in Fig. 7 mit kurzgestrichelter Linie dargestellt und weist bei niedrigem Signal des Rich-

tungssensors 18 einen Zugehörigkeitswert von maximal etwa 1 auf und bei hohem Signal einen Zugehörigkeitswert von etwa 0, wobei der Verlauf des Zugehörigkeitswerts zwischen diesen beiden Extremwerten empirisch festgelegt wird. Die in Fig. 7 mit doppeltstrichpunktierter Linie dargestellte Fuzzy-Menge "Hell" verläuft umgekehrt zu der Fuzzy-Menge "Dunkel", weist also bei hohem Signal des Richtungssensors maximal etwa den Zugehörigkeitswert 1 auf und bei niedrigem Signal etwa den Zugehörigkeitswert 0 auf, wobei der Verlauf der Zugehörigkeitswerte zur Fuzzy-Menge "Hell" zwischen den Extremwerten ebenfalls empirisch festgelegt wird.

Die vorstehend erwähnte empirische Festlegung der Verläufe der verschiedenen Fuzzy-Mengen zwischen ihren Extremwerten kann beispielsweise durch Auswertung von Versuchsreihen mit Testpersonen erfolgen, die die jeweiligen Lichtverhältnisse beurteilen und diesen entsprechende Zugehörigkeitswerte zuordnen.

Für jedes Signal des Globalsensors 16 kann anhand der vorstehend erläuterten Fuzzy-Mengen "Hell", "Dunkel" und "Übergang" der jeweilige Zugehörigkeitswert entsprechend den vorliegenden Lichtverhältnissen ermittelt werden. Wenn beispielsweise die Fuzzy-Menge "Hell" einen höheren Zugehörigkeitswert aufweist als die Fuzzy-Menge "Dunkel", so werden bei der weiteren Auswertung die Beleuchtungssituationen bevorzugt, die bei den nachfolgend erläuterten Regeln für den Globalsensor 16 die Fuzzy-Menge "Hell" enthalten.

Unter Auswertung der Zugehörigkeitswerte der vorstehend erwähnten aus den Signalen des Globalsensors 16 und des Richtungssensors 18 gebildeten Fuzzy-Mengen nach bestimmten Regeln unter Berücksichtigung des Signals über den Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 kann durch die Auswerteeinrichtung 24 der größte Zugehörigkeitsgrad zur vorliegenden Beleuchtungssituation des Fahrzeugs ermittelt werden und die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 werden entsprechend geschaltet. In der Tabelle gemäß Fig. 8 sind verschiedene charakteristische Beleuchtungssituationen aufgelistet, bei denen die Fuzzy-Mengen des Globalsensors 16 und des Richtungssensors 18 nach Fuzzy-Regeln miteinander verknüpft sind. Bei der Beleuchtungssituation "Tageslicht" weisen die Fuzzy-Mengen "Hell" sowohl des Globalsensors als auch des Richtungssensors einen hohen Zugehörigkeitswert auf, so daß die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 ausgeschaltet werden oder ausgeschaltet bleiben. Bei der Beleuchtungssituation unter einer "Brücke" oder in einer kurzen "Unterführung" weist die Fuzzy-Menge "Dunkel" des Globalsensors 16 einen hohen Zugehörigkeitswert auf und beim Richtungssensor weist die Fuzzy-Menge "Hell" einen hohen Zugehörigkeitswert auf. Unter Berücksichtigung des Signals, daß die Beleuchtungseinrichtungen ausgeschaltet sind, wird durch die Auswerteeinrichtung die Beleuchtungssituation "Unterführung" erkannt und durch diese wird bewirkt, daß die Beleuchtungseinrichtungen ausgeschaltet bleiben. Waren dagegen die Beleuchtungseinrichtungen eingeschaltet, handelt es sich um die nachfolgend erläuterte Beleuchtungssituation Tunnelendell. Die Beleuchtungssituation "vor Tunnel" kann dadurch erkannt werden, daß beim Globalsensor die Fuzzy-Menge "Hell" einen hohen Zugehörigkeitswert aufweist und beim Richtungssensor die Fuzzy-Menge "Dunkel". In diesem Fall werden die Beleuchtungseinrichtungen durch die Auswerteeinrichtung 24 bewirkt eingeschaltet oder bleiben eingeschaltet. Die Beleuchtungssituation "im Tunnel" kann dadurch erkannt werden, daß beim Globalsensor und beim

Richtungssensor jeweils die Fuzzy-Menge "Dunkel" einen hohen Zugehörigkeitswert aufweist. In diesem Fall bleiben durch die Auswerteeinrichtung 24 bewirkt Beleuchtungseinrichtungen eingeschaltet. Die Beleuchtungssituation an einem "Tunnelende" kann durch die Auswerteeinrichtung 24 dadurch erkannt werden, daß beim Globalsensor die Fuzzy-Menge "Dunkel" einen hohen Zugehörigkeitswert aufweist und beim Richtungssensor die Fuzzy-Menge "Hell" einen hohen Zugehörigkeitswert aufweist und außerdem sich die Beleuchtungseinrichtungen in eingeschaltetem Zustand befinden. In diesem Fall wird der Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen nicht verändert, so daß diese in eingeschaltetem Zustand bleiben. Eine weitere Beleuchtungssituation, der als Übergang in die "Dämmerung" bezeichnet werden kann, kann durch die Fuzzy-Menge "Übergang" des zeitlich gemittelten Signals des Globalsensors erkannt werden. Die Fuzzy-Menge "Übergang" weist beim Übergang in die "Dämmerung" einen hohen Zugehörigkeitswert auf, was durch die Auswerteeinrichtung 24 erkannt wird, wobei in diesem Fall die Beleuchtungseinrichtungen eingeschaltet werden. Die Zugehörigkeitswerte der Fuzzy-Mengen des Richtungssensors 18 sind dabei unerheblich. Solange die Fuzzy-Menge "Übergang" den höchsten Zugehörigkeitswert aufweist, wird durch die Auswerteeinrichtung der Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen nicht verändert, das heißt, daß die Beleuchtungseinrichtungen eingeschaltet bleiben, wenn sie bereits eingeschaltet waren bzw. ausgeschaltet bleiben, wenn sie vorher ausgeschaltet waren. Durch die Fuzzy-Menge "Übergang" wird erreicht, daß die Beleuchtungseinrichtungen nicht ständig ein- und ausgeschaltet werden, wenn sich die Lichtverhältnisse im Bereich des Signalwerts ändern, in dem die Fuzzy-Menge "Übergang" ihren größten Zugehörigkeitswert aufweist. Eine Einschaltung der Beleuchtungseinrichtungen erfolgt durch die Auswerteeinrichtung wenn bei ausgeschalteten Beleuchtungseinrichtungen die Fuzzy-Menge "Übergang" in Richtung "Dunkel" verlassen wird. Nachfolgend erfolgt eine Ausschaltung der Beleuchtungseinrichtungen durch die Auswerteeinrichtung erst, wenn die Fuzzy-Menge "Übergang" in Richtung "Hell" verlassen wird.

In Fig. 9 ist beispielhaft der Verlauf der vorstehend beschriebenen Zugehörigkeitswerte zu den verschiedenen Fuzzy-Mengen über der Fahrzeit des Fahrzeugs aufgetragen. Zunächst ist das Fahrzeug bei "Tageslicht" unterwegs, so daß die Fuzzy-Menge "Hell" des Globalsensors 16 den höchsten Zugehörigkeitswert aufweist und entsprechend die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 des Fahrzeugs nicht eingeschaltet sind. Bei der Annäherung an einen Tunnel, also der Beleuchtungssituation "vor Tunnel", nimmt der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" des Richtungssensors 18 zu und übersteigt den Zugehörigkeitswert der Fuzzy-Menge "Hell" des Richtungssensors, wobei beim Globalsensor 16 weiterhin die Fuzzy-Menge "Hell" den größten Zugehörigkeitswert aufweist, so daß durch die Auswerteeinrichtung 24 die Beleuchtungssituation "vor Tunnel" erkannt wird und durch diese bewirkt die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 eingeschaltet werden bzw. eingeschaltet bleiben. Bei Einfahrt in den Tunnel nimmt der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" des Globalsensors 16 zu und übersteigt den Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" des Globalsensors, so daß von der Auswerteeinrichtung 24 die Beleuchtungssituation "im Tunnel" erkannt wird und durch diese die Beleuchtungseinrichtungen eingeschaltet werden bzw. der Schaltz-

stand der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 nicht verändert wird, wenn diese bereits eingeschaltet waren. Bei Annäherung an das Ende des Tunnels nimmt der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" des Richtungssensors 18 zu und übersteigt den Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" des Richtungssensors 16, jedoch weist die Fuzzy-Menge des Globalsensors 16 immer noch einen hohen Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" auf, so daß die Beleuchtungssituation "Tunnelende" erkannt wird und die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 weiterhin eingeschaltet bleiben. Erst nach der Ausfahrt aus dem Tunnel nimmt der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" des Globalsensors 16 zu und der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" ab, so daß nunmehr die Zugehörigkeitswerte zu den Fuzzy-Mengen "Hell" sowohl des Globalsensors als auch des Richtungssensors am größten sind und die Beleuchtungssituation "Tageslicht" erkannt wird und durch die Auswerteeinrichtung 24 die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 ausgeschaltet werden.

Nachfolgend nähert sich das Fahrzeug einer kurzen Unterführung unter einer Brücke, wobei dabei der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" des Richtungssensors 18 zunächst ansteigt, jedoch vor der Einfahrt in die Unterführung bereits der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" des Richtungssensors 18 infolge des aus dem gegenüberliegenden Ende der Unterführung auf diesen treffenden Lichts bereits wieder ansteigt, während der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" des Globalsensors 16 zunächst noch unverändert bleibt. Bei der Einfahrt in die Unterführung nimmt der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Dunkel" des Globalsensors zu, jedoch wird durch die Auswerteeinrichtung unter Berücksichtigung der Fuzzy-Menge "Hell" des Richtungssensors 18 und des ausgeschalteten Zustands der Beleuchtungseinrichtungen die Beleuchtungssituation "Unterführung" erkannt und keine Einschaltung der Beleuchtungseinrichtungen bewirkt.

Nachfolgend ist das Fahrzeug bei Tageslicht unterwegs, wobei allmählich die Dämmerung einsetzt und sich allgemein die Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs verschlechtern. Dabei nimmt der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" des zeitlich gemittelten Signals des Globalsensors 16 allmählich ab, während der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Übergang" des Globalsensors 16 bei Annäherung an einen bestimmten Wert der vom Globalsensor 16 erfaßten Lichtintensität ansteigt und einen hohen Zugehörigkeitswert annimmt. Dies wird von der Auswerteeinrichtung 24 ermittelt und der bisherige Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 wird beibehalten. Sobald die Fuzzy-Menge "Übergang" in Richtung der Fuzzy-Menge "Dunkel" verlassen wird, werden die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 eingeschaltet. Sofern die Lichtintensität in der Umgebung des Fahrzeugs schwankt, so wird durch die Fuzzy-Menge "Übergang" verhindert, daß die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 ständig ein- und ausgeschaltet werden. Durch die Fuzzy-Menge "Übergang" wird erreicht, daß die Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 erst beim Übergang zur Fuzzy-Menge "Hell" wieder ausgeschaltet werden.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Auswertung der Signale der Sensoren 16, 18 in der Auswerteeinrichtung unter Anwendung sogenannter neuronaler Netze erfolgen, in denen die Signale nach bestimmten Regeln gewichtet und miteinander verknüpft werden, um zu ermitteln, ob eine Änderung des Schalt-

zustands der Beleuchtungseinrichtungen 10, 12 erforderlich ist.

Neben der vorstehend beschriebenen Einrichtung zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen des Fahrzeugs kann vorgesehen sein, daß weiterhin der Fahrzeuglenker selbst manuell die Beleuchtungseinrichtungen einschalten kann. Dabei kann beispielsweise die Einrichtung aktiviert sein, wenn vom Fahrzeuglenker die Beleuchtungseinrichtungen nicht eingeschaltet sind. Es kann auch eine zusätzliche Möglichkeit zur manuellen Aktivierung und Deaktivierung der Einrichtung vorgesehen werden.

Bei der vorstehend beschriebenen Einrichtung kann vorgesehen werden, daß der Sensoreinrichtung 14, insbesondere dem Globalsensor 16, ein in Fig. 2 dargestelltes Filter 40 zugeordnet wird, durch das das vom Sensor erfaßte Licht hindurchtritt und durch das Licht eines bestimmten Wellenlängenbereichs absorbiert wird. In Fig. 10 ist beispielhaft der Verlauf der Intensität I von Sonnenlicht mit durchgezogener Linie und von Kunstlicht mit gestrichelter Linie über der Wellenlänge λ aufgetragen. Das Filter 40 kann beispielsweise wie in Fig. 10 dargestellt so ausgelegt sein, daß es Licht mit einer Wellenlänge größer einer bestimmten Wellenlänge λ_0 absorbiert, also in einem Bereich großer Wellenlängen, in dem vor allem Kunstlichtquellen wie Glühlampen oder Gasentladungslampen Licht aussenden, während Licht kurzer Wellenlängen nahezu ungeschwächt durch das Filter 40 hindurchtritt. In diesem Fall wird vom Globalsensor 16a natürliches Sonnenlicht nahezu ungeschwächt erfaßt, während von Kunstlichtquellen ausgesandtes Licht vom Globalsensor 16a kaum erfaßt wird, da es vom Filter 40 absorbiert wird. Es können dabei gemäß Fig. 2 insbesondere zwei Globalsensoren 16 und 16a vorgesehen werden, wobei dem einen Sensor 16a das vorstehend erläuterte Filter 40 zugeordnet ist, während der andere Sensor 16 auf diesen treffenden Licht ungefiltert erfaßt. Auf diese Weise kann aus den Signalen der Globalsensoren 16 und 16a ermittelt werden, ob die Umgebung des Fahrzeugs mit Sonnenlicht oder mit Kunstlicht beleuchtet wird, sich das Fahrzeug also in einem Tunnel oder in einer künstlich beleuchteten Umgebung befindet.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung kann zusätzlich in dem Sinne erweitert werden, daß durch diese auch eine automatische Schaltung des Fernlichts des Fahrzeugs erfolgt. Dabei kann aus den Signalen des Richtungssensors 18 ermittelt werden, ob dem Fahrzeug fremde Lichtquellen entgegenkommen und abhängig davon zwischen Abblendlicht und Fernlicht umgeschaltet werden. Dabei kann zusätzlich die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs berücksichtigt werden, wobei beispielsweise bei niedriger Fahrgeschwindigkeit das Fernlicht nicht eingeschaltet wird. Zusätzlich können durch die Einrichtung auch noch weitere Beleuchtungseinrichtungen des Fahrzeugs geschaltet werden, beispielsweise Nebelscheinwerfer und/oder Nebelschlußleuchten.

Die Sensoreinrichtung 14 der vorstehend erläuterten Einrichtung zur automatischen Schaltung der Beleuchtungseinrichtungen des Fahrzeugs kann mit anderen am Fahrzeug vorgesehenen Sensoreinrichtungen kombiniert werden. Beispielsweise ist eine Kombination mit einer Regensensoreinrichtung möglich, die zur Ermittlung der Nässe der Windschutzscheibe des Fahrzeugs dient und abhängig von deren Signalen die Scheibenwischer des Fahrzeugs betätigt werden. Eine Kombination ist außerdem mit einer Schmutzsensoreinrichtung mög-

lich, mit der eine Verschmutzung der Abdeckscheiben der Beleuchtungseinrichtungen, insbesondere der Scheinwerfer, ermittelt und abhängig von deren Signalen Reinigungsanlagen für die Beleuchtungseinrichtungen betätigt werden kann. Eine Kombination ist weiterhin mit einer Sonnenstandssensoreinrichtung möglich, mit der die Sonneneinstrahlung in den Innenraum des Fahrzeugs ermittelt wird und abhängig von deren Signalen Belüftungs- und/oder Klimatisierungseinrichtungen des Fahrzeugs betätigt werden. Eine Kombination ist auch mit Sensoreinrichtungen möglich, mit denen der nachfolgende Verkehr des Fahrzeugs erfaßt wird und abhängig von deren Signalen beispielsweise die Nebelschlußleuchten geschaltet werden und/oder die Rückspiegel des Fahrzeugs abgeblendet werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur automatischen Schaltung von Beleuchtungseinrichtungen bei Fahrzeugen mit einer Sensoreinrichtung (14), durch die die Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs erfaßt werden und die wenigstens einen Globalsensor (16) umfaßt, der ungerichtet die allgemeinen Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs erfaßt, und mit einer mit der Sensoreinrichtung (14) verbundenen Auswerteeinrichtung (24), durch die aus den Signalen der Sensoreinrichtung (14) ermittelt wird, ob eine Änderung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) erforderlich ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung (14) außerdem wenigstens einen Richtungssensor (18) umfaßt, durch den gerichtet die Lichtverhältnisse in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug erfaßt werden.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung (24) Schwellwerte (SE, SA) gespeichert sind, mit denen die Signale der Sensoreinrichtung (14) verglichen werden und daß durch die Auswerteeinrichtung (24) abhängig von den Signalen der Sensoreinrichtung (14) unter Berücksichtigung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) ermittelt wird, ob eine Änderung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) erforderlich ist und erforderlichenfalls eine solche Änderung bewirkt wird.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung (24) erste Schwellwerte (SE) für die Signale der Sensoreinrichtung (14) gespeichert sind, bei deren Unterschreitung die Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) eingeschaltet werden bzw. eingeschaltet bleiben und außerdem zweite Schwellwerte (SA) für die Signale der Sensoreinrichtung (14) gespeichert sind, bei deren Überschreitung die Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) ausgeschaltet werden bzw. ausgeschaltet bleiben, wobei die zweiten Schwellwerte (SA) höher sind als die ersten Schwellwerte (SE).
4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwellwerte (SE, SA) durch den Fahrzeuglenker einstellbar sind.
5. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung (24) zusätzlich zu den direkten Signalen der Sensoreinrichtung (14) auch zeitlich gemittelte Signale der Sensoreinrichtung (14) ver-

arbeitet werden.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Auswerteeinrichtung (24) die Signale der Sensoreinrichtung (14) unter Anwendung sogenannter unscharfer Fuzzy-Regeln verarbeitet werden und abhängig vom Auswertungsergebnis unter Berücksichtigung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) ermittelt wird, ob eine Änderung des Schaltzustands der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) erforderlich ist und erforderlichenfalls eine solche Änderung bewirkt wird. 10

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Auswerteeinrichtung (24) aus den Signalen des wenigstens einen Globalsensors (16) und des wenigstens einen Richtungssensors (18) für unterschiedliche mögliche Lichtverhältnisse in der Umgebung des Fahrzeugs jeweils eine Fuzzy-Menge gebildet wird, mit einem Verlauf von Zugehörigkeitswerten der Signale der Sensoren (16, 18) zu diesen Fuzzy-Mengen. 15

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Auswerteeinrichtung (24) für den wenigstens einen Globalsensor (16) und den wenigstens einen Richtungssensor (18) die größten Zugehörigkeitswerte zu den entsprechenden Fuzzy-Mengen ermittelt werden, daß in der Auswerteeinrichtung (24) zu verschiedenen Kombinationen der Fuzzy-Mengen jeweils charakteristische Beleuchtungssituationen des Fahrzeugs gespeichert sind, mit zugeordnetem Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12), und daß in der Auswerteeinrichtung (24) durch Vergleich der Zugehörigkeitswerte zu den Fuzzy-Mengen des wenigstens einen Globalsensors (16) und des wenigstens 35 einen Richtungssensors (18) sowie des Schaltzustandssignals der Beleuchtungseinrichtungen mit den gespeicherten Zugehörigkeitswerten und dem gespeicherten Schaltzustand die jeweils vorliegende Beleuchtungssituation ermittelt wird und die Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) entsprechend geschaltet werden. 40

9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung (24) für die Signale des wenigstens einen Globalsensors (16) zumindest Zugehörigkeitswerte zu Fuzzy-Mengen für die Lichtverhältnisse "Hell" und "Dunkel" gebildet werden. 45

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Zugehörigkeitswerte zu einer Fuzzy-Menge "Übergang" gebildet werden, die bei einer festgelegten Signalthöhe des zeitlich mittelten Signals des wenigstens einen Globalsensors (16) ihren größten Zugehörigkeitswert aufweist. 50

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die Fuzzy-Menge "Übergang" den größten Zugehörigkeitswert aufweist, durch die Auswerteeinrichtung (24) der Schaltzustand der Beleuchtungseinrichtungen (10, 12) nicht verändert wird und eine Änderung des Schaltzustands erst erfolgt, wenn der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Hell" oder "Dunkel" größer ist als der Zugehörigkeitswert zur Fuzzy-Menge "Übergang". 55

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung (24) für die Signale des wenigstens einen 60

Richtungssensors (18) zumindest Zugehörigkeitswerte zu Fuzzy-Mengen "Hell" und "Dunkel" gebildet werden.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinrichtung (24) zumindest für die charakteristischen Beleuchtungszustände "Tageslicht", "Unterführung", "vor Tunnel", "in Tunnel", "Tunnelende" und "Dämmerung" jeweils Zugehörigkeitswerte für die verschiedenen Fuzzy-Mengen gespeichert sind. 65

14. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensoreinrichtung (14) ein optisches Filter (40) zugeordnet ist, durch das Licht in einem Kunstlicht von natürlichem Tageslicht unterscheidenden Wellenlängenbereich absorbiert wird.

15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung (14) wenigstens zwei Globalsensoren (16) umfaßt, wobei nur einem Globalsensor das Filter (40) zugeordnet ist und der andere Globalsensor ungefiltertes Licht erfaßt.

16. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch diese außerdem abhängig von den Signalen des wenigstens einen Richtungssensors (18) eine automatische Umschaltung zwischen Abblendlicht und Fernlicht bewirkt wird.

17. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, daß die Sensoreinrichtung (14) mit Sensoreinrichtungen anderer Einrichtungen des Fahrzeugs kombiniert ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

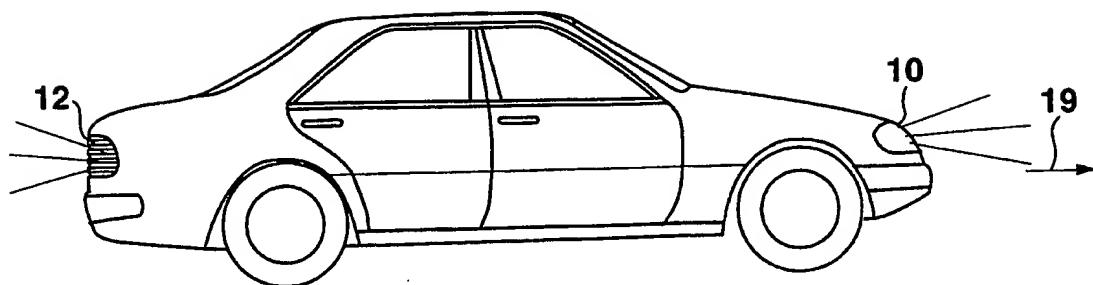
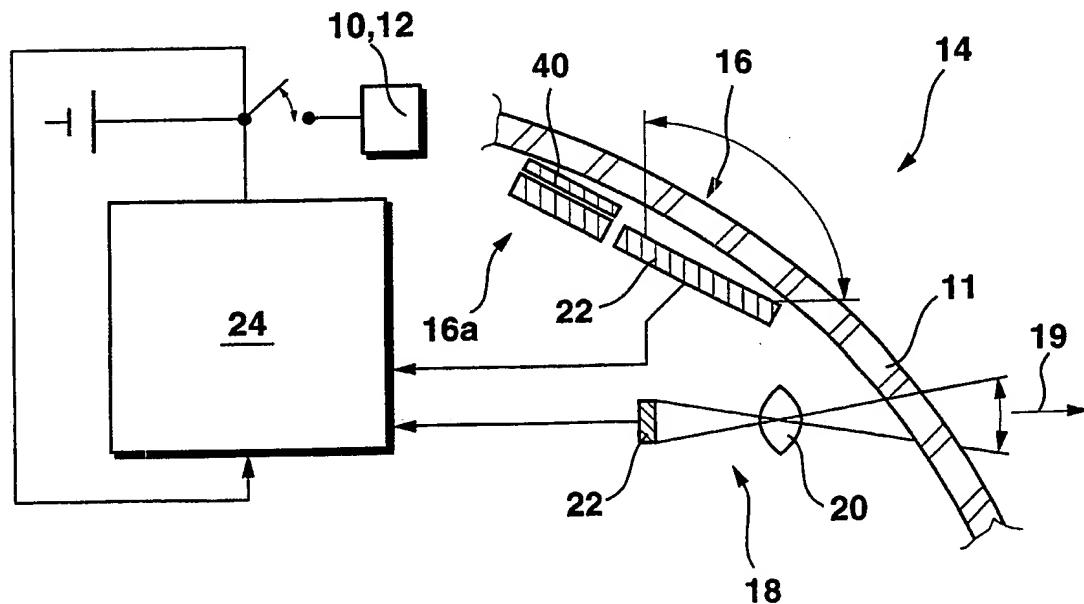
Fig. 1**Fig. 2**

Fig. 3

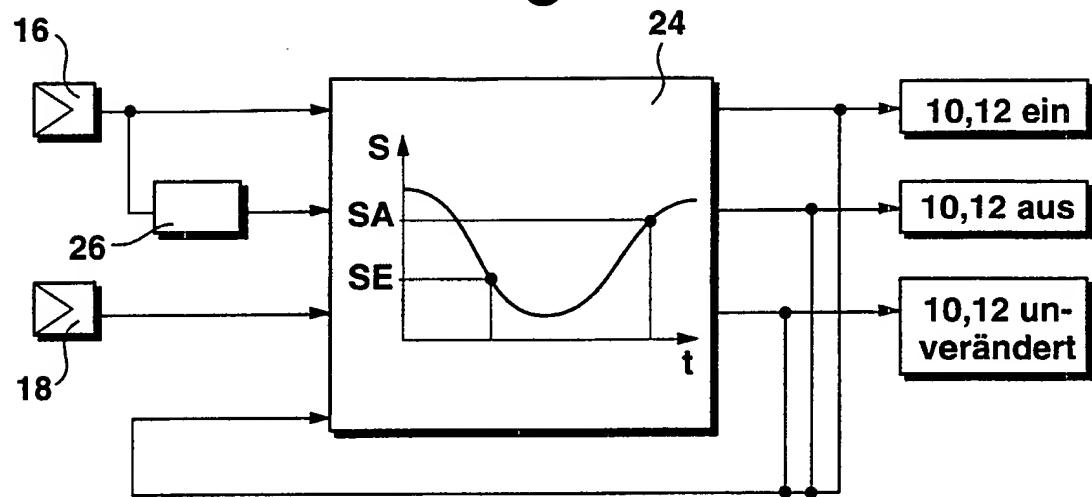


Fig. 4

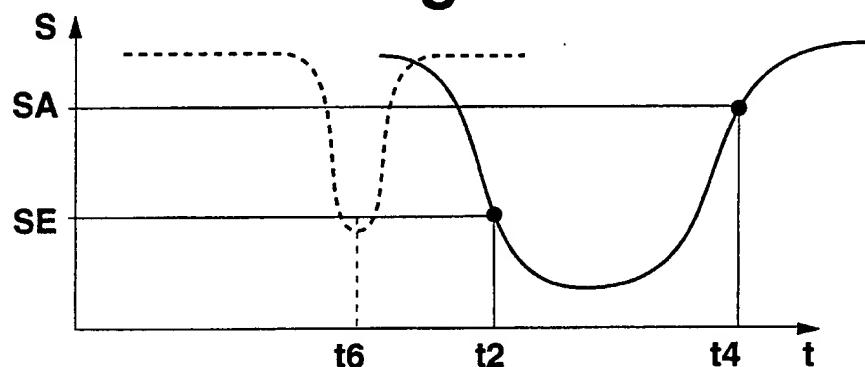


Fig. 5

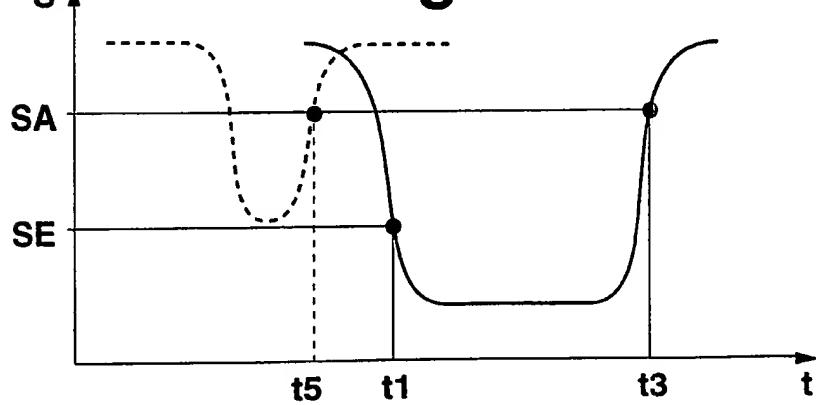


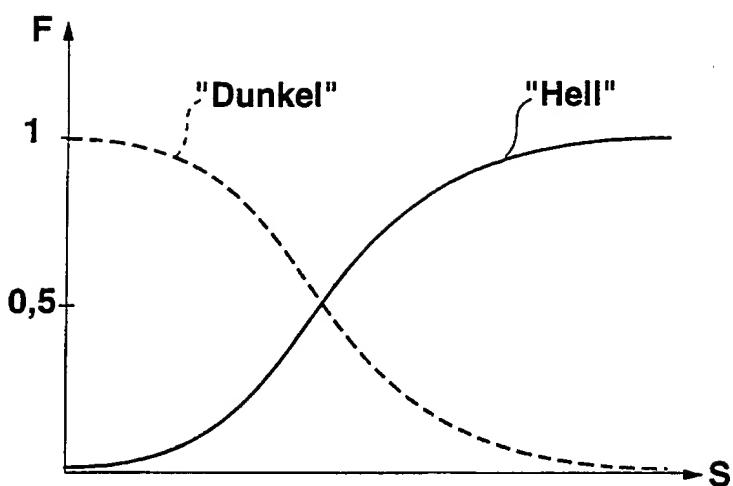
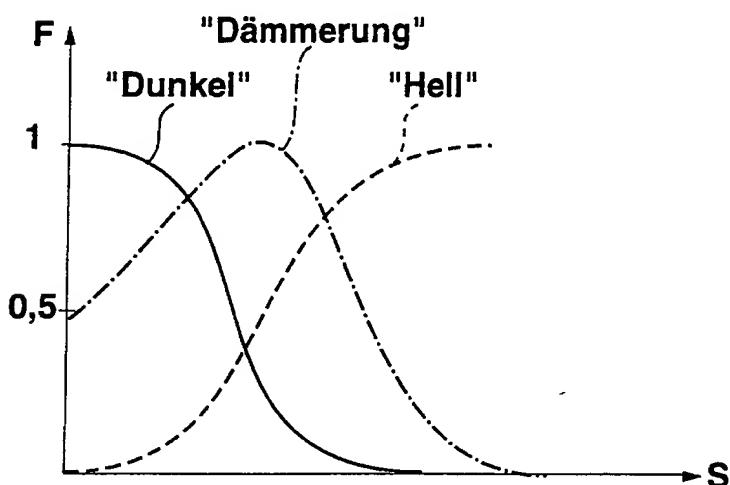
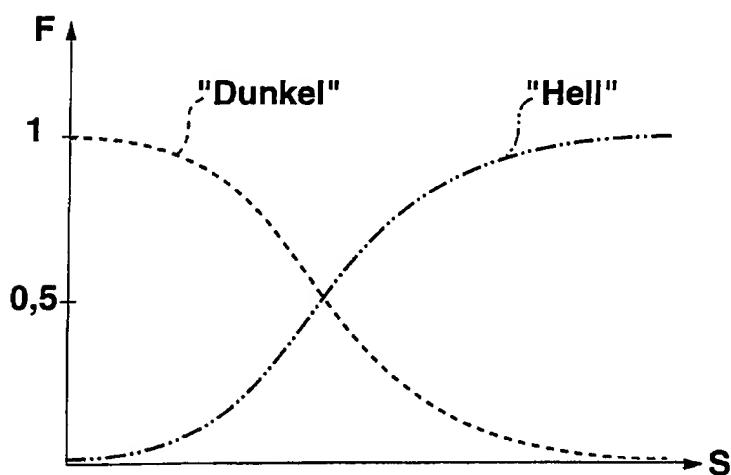
Fig. 6a**Fig. 6b****Fig. 7**

Fig. 8

Beleuchtungs- situation	Fuzzy - Menge	erforderlicher Schaltzustand
• Tageslicht:	Globallicht = hell Richtung = hell bisheriger Schaltzustand = ~	ein
• Unterführung:	Globallicht = dunkel Richtung = hell bisheriger Schaltzustand = aus	ein
• Vor Tunnel:	Globallicht = hell Richtung = dunkel bisheriger Schaltzustand = ~	ein
• im Tunnel:	Globallicht = dunkel Richtung = dunkel bisheriger Schaltzustand = ~	ein
• Tunnelende:	Globallicht = dunkel Richtung = hell bisheriger Schaltzustand = an	ein
• Übergang:	Globallicht = Dämmerung bisheriger Schaltzustand = ~	wie bisheriger Schaltzustand

Fig. 9

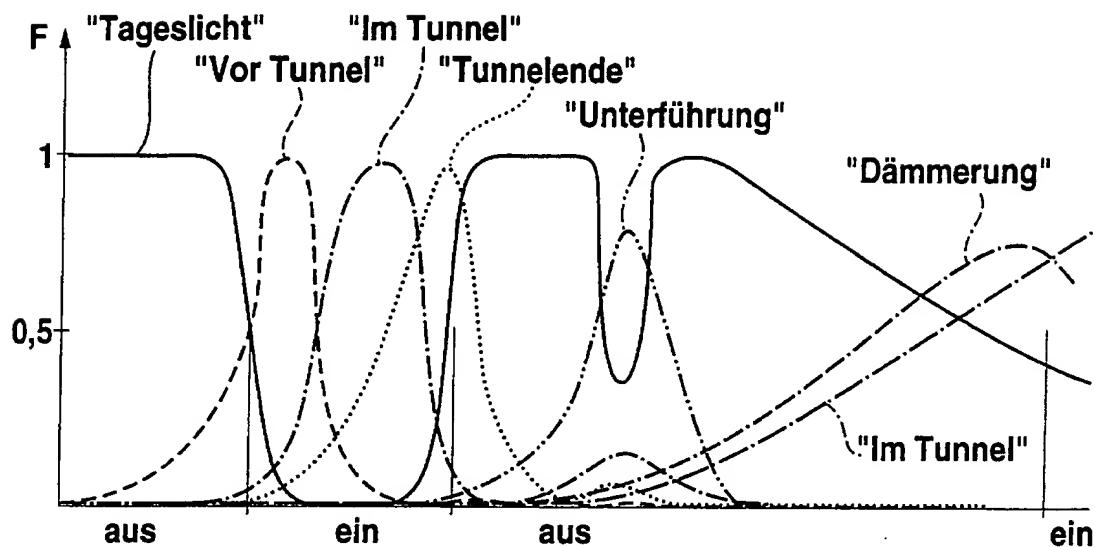


Fig. 10

